

PCT/JP03/14547  
10/534858  
10.12.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

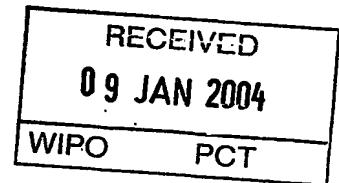
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年11月15日

出願番号  
Application Number: 特願2002-332695

[ST. 10/C]: [JP2002-332695]

出願人  
Applicant(s): 新日本製鐵株式会社

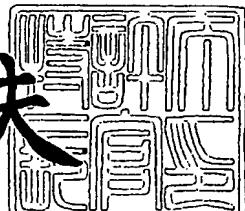


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年11月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3092294

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1024526  
【提出日】 平成14年11月15日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 C22C 38/00 301  
【発明者】  
【住所又は居所】 北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社 室蘭  
製鐵所内  
【氏名】 橋村 雅之  
【発明者】  
【住所又は居所】 北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社 室蘭  
製鐵所内  
【氏名】 水野 淳  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社  
内  
【氏名】 内藤 賢一郎  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社  
内  
【氏名】 萩原 博  
【特許出願人】  
【識別番号】 000006655  
【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100077517  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 石田 敬  
【電話番号】 03-5470-1900

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被削性に優れる鋼及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、C:0.005~0.2%、Mn:0.3~3.0%、S:0.35~0.65%、B:0.002~0.008%を含み、鋼材の圧延方向と平行な断面において抽出レプリカ法にて採取して透過電子顕微鏡で観察する円相当径で0.1~0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上であり、かつ該MnSのうち、窒化ホウ素(BN)が複合析出しているMnSの個数割合が10%以上であることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【請求項2】 前記SおよびB含有量の範囲において、下記(1)式を満足する図1に示すA、B、C、Dで囲まれる領域内にあるSおよびB量を含有することを特徴とする請求項1記載の被削性に優れる鋼。

$$(B - 0.005)^2 / 0.003^2 + (S - 0.5)^2 / 0.15^2 \leq 1$$

… (1) 式

【請求項3】 請求項1または2記載の鋼を、鋳造に際し、10~100°C/minの冷却速度で冷却し、更に熱間圧延に際し、仕上がり温度を1000°C以上とする圧延することにより、抽出レプリカ法にて採取して透過電子顕微鏡で観察するMnSに関し、鋼材の圧延方向と平行な断面において円相当径で0.1~0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上であり、かつ該MnSのうち、数において10%以上の硫化物に窒化ホウ素(BN)が複合析出することを特徴とする被削性に優れる鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や一般機械などに用いられる鋼に関するもので、特に切削時の工具寿命と切削表面粗さおよび切り屑処理性に優れた被削性に優れた鋼に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】

一般機械や自動車は多種の部品を組み合わせて製造されているが、その部品は要求精度と製造効率の観点から、多くの場合、切削工程を経て製造されている。その際、コスト低減と生産能率の向上が求められ、鋼にも被削性の向上が求められている。特に従来SUM23やSUM24Lは被削性を重要視して開発してきた。これまで被削性を向上させるためにS, Pbなどの被削性向上元素を添加するのが有効であることが知られている。しかし、需要家によってはPbは環境負荷として使用を避ける場合もあり、その使用量を低減する方向にある。

#### 【0003】

これまでもPbを添加しない鋼の場合には、SのようにMnSのような切削環境下で軟質となる介在物を形成して被削性を向上させる手法が使われている。しかしわゆる低炭鉛快削鋼SUM24Lには低炭硫黄快削鋼SUM23と同量のSが添加されている。したがって従来以上のS量を添加する必要がある。しかし、多量S添加ではMnSを単に粗大にするだけで、被削性向上に有効なMnSにならないだけでなく、圧延、鍛造等において破壊起点になって圧延疵等の製造上の問題を多く引き起こす。さらにSUM23をベースとする硫黄快削鋼では構成刃先が付着しやすく、構成刃先の脱落および切り屑分離現象に伴う、切削表面に凹凸が生じ、表面粗さが劣化する。従って、被削性の観点からも表面粗さが劣化による精度低下が問題である。切り屑処理性においても、切り屑が短く分断しやすい方が良好とされているが、単なるS添加だけではマトリックスの延性が大きいため、十分に分断されず、大きく改善できなかった。

#### 【0004】

さらに、S以外の元素、Te, Bi, P等も被削性向上元素として知られているが、ある程度の被削性を向上させることができても、圧延や熱間鍛造時に割れを生じ易くなるため、極力少ない方が望ましいとされている。

#### 【0005】

例えば、特許文献1には単独で20μm以上の硫化物、あるいは複数の硫化物が略直列状に連なった長さ20μm以上の硫化物群が圧延方向断面1mm<sup>2</sup>の視野内に30個以上存在することによって切屑処理性を高める方法が提案されている。しかし、事実上被削性に最も有効であるサブμmレベルの硫化物の分散につい

ては製造方法を含めて言及されておらず、またその成分系からも期待できない。

#### 【0006】

また、特許文献2には、硫化物系介在物の平均サイズが $50 \mu\text{m}^2$ 以下であり、かつ該硫化物系介在物が $1\text{mm}^2$ 当たり750個以上存在することによって切屑処理性を高める方法が提案されている。しかし、事実上被削性に最も有効であるサブ $\mu\text{m}$ レベルの硫化物の分散については特許文献1同様何ら言及されておらず、またそれを意識して作りこむ技術や調査する方法についても記述されていない。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開平11-222646号公報

##### 【特許文献2】

特開平11-293391号公報

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、圧延や熱間鍛造における不具合を避けつつ、工具寿命と表面粗さの両者を改善し、従来の低炭鉄快削鋼と同等以上の被削性を有する鋼及びその製造方法を提供する。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

切削は切り屑を分離する破壊現象であり、それを促進させることが一つのポイントとなる。この効果はSを単純に增量するだけでは限界がある。本発明者らは、Sを增量するだけでなく、マトリックスを均一に脆化させることで破壊を容易にして工具寿命を延長するとともに切削表面の凹凸を抑制することで被削性が向上することを知見した。

#### 【0010】

本発明は以上の知見に基づいてなされたもので、その要旨は次のとおりである。

#### 【0011】

(1) 質量%で、C:0.005~0.2%、Mn:0.3~3.0%、S:0.35~0.65%、B:0.002~0.008%を含み、鋼材の圧延方向と平行な断面において抽出レプリカ法にて採取して透過電子顕微鏡で観察する円相当径で0.1~0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上であり、かつ該MnSのうち、窒化ホウ素(BN)が複合析出しているMnSの個数割合が10%以上であることを特徴とする被削性に優れる鋼。

#### 【0012】

(2) 前記SおよびB含有量の範囲において、下記(1)式を満足する図1に示すA、B、C、Dで囲まれる領域内にあるSおよびB量を含有することを特徴とする請求項1記載の被削性に優れる鋼。

#### 【0013】

$$(B - 0.005)^2 / 0.003^2 + (S - 0.5)^2 / 0.15^2 \leq 1$$

… (1) 式

(3) 請求項1または2記載の鋼を、鋳造に際し、10~100°C/minの冷却速度で冷却し、更に熱間圧延に際し、仕上がり温度を1000°C以上とする圧延を実施することにより、抽出レプリカ法にて採取して透過電子顕微鏡で観察するMnSに関し、鋼材の圧延方向と平行な断面において円相当径で0.1~0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上であり、かつ該MnSのうち、数において10%以上の硫化物に窒化ホウ素(BN)が複合析出するようすることを特徴とする切削性に優れる鋼の製造方法。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、鉛を添加することなく十分な被削性、特に良好な表面粗さを有する鋼を得るものであり、そのために鋼に含有されるS量とB量を極力狭い領域に限定し、かつMnSを光学顕微鏡では確認し得ない寸法に制御し、その微細分散の程度を従来より大幅に向上させることで良好な表面粗さと工具寿命特性を得ることを見出したものである。

#### 【0015】

先ず、本発明で規定する鋼の成分組成の限定理由について説明する。なお、鋼

の成分組成はいずれも質量%である。

#### 【0016】

Cは、鋼材の基本強度と鋼中の酸素量に関係するので被削性に大きな影響を及ぼす。Cを多量に添加して強度を高めると被削性を低下させるのでその上限を0.2%とした。一方、被削性を低下させる硬質酸化物生成を防止しつつ、凝固過程でのピンホール等の高温での固溶酸素の弊害を抑制するため、酸素量を適量に制御する必要がある。単純に吹鍊によってC量を低減させるとコストが嵩むだけでなく、鋼中酸素量が多量に残留してピンホール等の不具合の原因となる。従って、ピンホール等の不具合を容易に防止できるC量0.005%を下限とした。

#### 【0017】

Mnは、鋼中硫黄をMnSとして固定・分散させるために必要である。また鋼中酸化物を軟質化させ、酸化物を無害化させるために必要である。その効果は添加するS量にも依存するが、0.3%以下では添加SをMnSとして十分に固定できず、SがFeSとなり脆くなる。Mn量が大きくなると素地の硬さが大きくなり被削性や冷間加工性が低下するので、3.0%を上限とした。

#### 【0018】

Sは、Mnと結合してMnS介在物として存在する。MnSは被削性を向上させるが、伸延したMnSは鍛造時の異方性を生じる原因の一つである。大きなMnS硫化物は避けるべきであるが、被削性向上の観点からは多量の添加が好ましい。従って、MnSを微細分散させることが好ましい。Pbを添加しない場合の被削性向上には0.35%以上の添加が必要である。一方、0.65%を越えると粗大MnSを主成分とする硫化物の生成の確率が高くなり、熱間変形特性の劣化の恐れがあるので、0.65%を上限とした。

#### 【0019】

Bは、BNとして析出すると被削性向上に効果がある。特にMnSと複合析出することにより研著となる。この効果は0.002%未満では顕著でなく、0.008%を超えて添加すると飽和する。そこで0.002~0.008%を範囲とした。

## 【0020】

本発明においては、特に上述したS量とB量を極く限られた図1に示す梢円内の領域、すなわち、次の(1)式

$$(B - 0.005)^2 / 0.003^2 + (S - 0.5)^2 / 0.15^2 \leq 1$$

…(1)式

の領域に限定することにより最良の特性を得られる。

## 【0021】

次に、MnSの形態とそのサイズおよび分布において、円相当径にて0.1～0.5μmの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上と規定する理由について説明する。

## 【0022】

MnSは被削性を向上させる介在物であり、微細に高密度で分散させることで著しく向上する。その効果を發揮するには、円相当径で0.1～0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上とする必要がある。通常MnS硫化物分布は光学顕微鏡にて観察し、その寸法、密度を測定する。当該寸法のMnS硫化物は光学顕微鏡での観察では確認することが不可能なものであり、透過型電子顕微鏡(TEM)によりはじめて観察できる。光学顕微鏡観察での寸法、密度に差は無くともTEM観察では明確な差が認められる寸法のMnSを主成分とする硫化物であり、本発明ではこれを制御し、存在形態を数値化することにより従来技術との差別化を図るものである。

## 【0023】

上述した寸法を超えたMnSを10,000個/mm<sup>2</sup>以上の密度で存在させるには本発明の範囲を超えた多量のSの添加を必要とするが、多量添加すると粗大MnSも多数存在する確率が高くなり、鍛造時の異方性の原因となる。本発明に規定する範囲のS添加量でMnSがこの寸法を超えると、MnSの量が不足し被削性向上に必要な密度を維持できなくなる。また、最小径0.1μm以下のものは実質上被削性には影響を及ぼさない。従って、円相当径にて0.1～0.5μmのMnSの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上存在することが必要である。このMnSの寸法、密度を得るために冷却速度の制御の他、含有するMnと

Sの比を1.5～2.5にするとより効果的である。

#### 【0024】

更に、本発明においては、上述したMnSにおいてその内の10質量%以上の窒化ホウ素(BN)が複合析出した硫化物の形態を有することが重要である。

#### 【0025】

BNは通常結晶粒界に析出しやすく、マトリックスに均一に分散させることができない。そのため被削性向上に必要なマトリックスの均一脆化をさせることができず、BNの効果を十分に發揮できない。マトリックスに均一分散させるには、BNの析出サイトとなり、かつ被削性向上にも有効であるMnSをマトリックスに均一に分散させが必要である。BNとMnSを複合析出させることで、BNの均一分散が図られ被削性は大幅に向向上する。そのためには少なくとも10%以上のBNがMnSと複合析出している必要がある。

#### 【0026】

ここでいうBNとは、図4にTEMレプリカ写真で示し、図5のEDX分析でBとNのピークが明瞭に認められるBとNの化合物を指す。

#### 【0027】

なお、MnSとは、純粋なMnSのみならず、MnSを主体に含み、Fe、Ca、Ti、Zr、Mg、REM等の硫化物がMnSと固溶したり結合して共存している介在物や、MnTeのようにS以外の元素がMnと化合物を形成してMnSと固溶・結合して共存している介在物や、酸化物を核として析出した上記介在物が含まれるものであり、化学式では、(Mn, X)(S, Y)（ここで、X:Mn以外の硫化物形成元素、Y:S以外でMnと結合する元素）として表記できるMn硫化物系介在物を総称して言うものである。

#### 【0028】

本発明の切削性に優れる鋼は低炭快削鋼を想定したものであるが、この鋼材には必要に応じてC、Mn、S、B以外の添加元素が含まれてもよい。この場合、例えば、Cr:0.01～2.0%、V:0.01～1.0%、Nb:0.005～0.2%、Mo:0.01～1.0%、W:0.05～1.0%、Ni:0.05～2.0%、Ti:0.005～0.2%、Ca:0.0002～0.0

1%、Zr: 0.0005~0.1%、Mg: 0.0003~0.01%、Al: 0.001~0.1%、Si: 0.01~0.5%、Te: 0.0003~0.2%、total-N: 0.001~0.02%、total-O: 0.0005~0.035%、P: 0.001~0.2%、Zn: 0.0005~0.5%、Sn: 0.005~2.0%、Cu: 0.01~2.0%、Bi: 0.005~0.5%、Pb: 0.01~0.5%を1種または2種以上含有することが好ましい。

### 【0029】

次に、上述したようなMnS、BNを微細分散させるための鋼の製造方法について説明する。

### 【0030】

MnSを主成分としBNを複合析出した硫化物の微細分散は被削性向上に有効である。この硫化物を微細に分散させるにはMnSを主成分としBNを複合析出した硫化物の晶析出を制御する必要があり、その制御には鋳造時の冷却速度範囲を規定する必要がある。冷却速度が10°C/min以下では凝固が遅すぎて晶出したMnSを主成分としBNを複合析出した硫化物が粗大化してしまい、微細分散できなくなる。冷却速度が100°C/min以上では生成する微細硫化物の密度は飽和し、鋼片の硬度が上昇し割れの発生する危険が増す。この冷却速度を得るには鋳型断面の大きさ、鋳込み速度、鋳込み速度等を適正な値に制御することで容易に得られる。これは連続鋳造法、造塊法共に適用可能である。

### 【0031】

ここでいう冷却速度とは、鋳片厚み方向Q部における液相線温度から固相線温度までの冷却時の速度のことをいう。冷却速度は凝固後の鋳片厚み方向凝固組織の2次デンドライトアームの間隔から下記式により計算で求める。

### 【0032】

#### 【数1】

$$Rc = \left( \frac{\lambda_2}{770} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \quad \text{ここで } Rc : \text{冷却速度 } (\text{°C}/\text{min}) , \lambda_2 : 2\text{次デンドライトアームの間隔 } (\mu\text{m})$$

**【0033】**

つまり冷却条件により2次デンドライトアーム間隔が変化するので、これを測定することにより制御した冷却速度を確認できる。

**【0034】**

B Nは1000°C以上でオーステナイト中に固溶する。1000°C以下の温度では铸造から粗圧延過程で析出したB Nが粒界に残留しており、MnSを主成分としBNを複合析出した硫化物として複合析出できない。熱間圧延時の仕上げ（最終）圧延工程で1000°C以上の温度で圧延することで一度固溶したBNがMnS硫化物を析出核として複合析出しやすくなる。1000°C以下で最終圧延を行うと、BNとMnSを主成分とする硫化物の複合析出は起こりにくくなる。

**【0035】****【実施例】**

本発明の効果を実施例によって説明する。

**【0036】**

表1、表2（表1のつづき1）、表3（表1のつづき2）、表4（表1のつづき3）に示す供試材は一部は270t転炉で溶製後、冷却速度が10～100°C/minになるように铸造した。ビレットに分解圧延、さらにφ50mmに圧延した。他は2t真空溶解炉にて溶製し、φ50mmに圧延した。このとき、铸造断面寸法を変えることにより铸造片の冷却速度を調整した。材料の被削性は表5に条件を示すドリル穿孔試験と表6に条件を示すプランジ切削によって評価した。ドリル穿孔試験は累積穴深さ1000mmまで切削可能な最高の切削速度（いわゆるVL1000、単位：m/min）で被削性を評価する方法である。プランジ切削は突切工具によって工具形状を転写して表面粗さを評価する方法である。その実験方法の概要を図6に示す。実験では200溝加工した場合の表面粗さを表面粗さ計で測定した。10点表面粗さRz（単位：μm）を表面粗さを示す指標とした。

**【0037】**

円相当径にて0.1～0.5μmの寸法のMnSを主成分とする硫化物密度の測定は、φ50mm圧延後の圧延方向と平行な断面のQ部より抽出レプリカ法にて採取して過型電子顕微鏡にて行った。測定は10000倍で1視野80μm<sup>2</sup>を

40視野以上行い、それを1平方ミリメートル当たりのMnSを主成分とする硫化物数に換算して算出した。表2および表4の(1)式計算値で1以下のものは本発明の請求項1～3を満たしている開発鋼である。

#### 【0038】

図2に本発明例のMnSのTEMレプリカ写真を示すとともに、図3に比較例のMnSのTEMレプリカ写真を示す。

#### 【0039】

このように、光学顕微鏡レベルでは確認できないサイズのMnSが、TEMレプリカの観察により発明例と比較例では寸法、密度に明確な差が見られる。

#### 【0040】

なお、表2、表4の切削抵抗および切り層処理性とは次のとおりである。切削抵抗は旋盤のターレットに圧電素子型工具動力計（キスラー社製）を装着、その上に工具を通常の切削と同様の位置になるようにセットして、プランジ切削して測定した。これにより工具に負荷される主分力と背分力をそれぞれ電圧信号として測定することができる。切削速度、送り速度等の切削条件は切削表面粗さを評価したものと同様である。

#### 【0041】

切り層処理性に関しては切り屑のカール時の曲率が小さいもの、あるいは分断されているものが好ましい。そこで切り屑が20mmを超えた曲率半径で3巻き以上連続してカールして長く伸びた切り屑を不良とした。巻数が多くとも曲率半径が小さいもの、あるいは曲率半径が大きくとも切り屑長さが100mmに達しなかったものは良好とした。

#### 【0042】

被削性では、発明例はいずれも比較例に対してドリル工具寿命に優れるとともに、プランジ切削における表面粗さが良好であった。特に表面粗さについては微細MnSとBNの複合析出の効果により非常に優れた値を得ることができた。

#### 【0043】

【表1】

区 分	化 学 成 分 (質 量 %)																
	C	Si	Mn	0.10	S	Total-N	Total-O	B	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Co	Zn	Ti
1	0.051	0.012	0.83	0.076	0.56	0.0140	0.0202	0.0070									
2	0.031	0.003	0.76	0.084	0.52	0.0124	0.0153	0.0066									
3	0.021	0.005	1.05	0.079	0.54	0.0044	0.0177	0.0061									
4	0.052	0.010	0.91	0.075	0.47	0.0148	0.0157	0.0059									
5	0.053	0.009	1.45	0.071	0.61	0.0125	0.0184	0.0079									
6	0.021	0.012	1.41	0.077	0.62	0.0051	0.0207	0.0079									
7	0.053	0.005	1.72	0.077	0.60	0.0044	0.0202	0.0077									
8	0.021	0.014	1.31	0.081	0.46	0.0113	0.0187	0.0068									
9	0.057	0.013	1.07	0.080	0.54	0.0126	0.0181	0.0070	0.10								
10	0.055	0.008	1.10	0.078	0.56	0.0051	0.0175	0.0079	0.005								
11	0.052	0.011	1.17	0.079	0.59	0.0082	0.0202	0.0056	0.41								
12	0.051	0.006	1.15	0.080	0.58	0.0121	0.0209	0.0066	0.36								
13	0.029	0.010	0.93	0.089	0.48	0.0118	0.0194	0.0053		0.10	0.23						
14	0.059	0.012	0.90	0.077	0.46	0.0110	0.0190	0.0057		0.11	0.28						
15	0.055	0.005	0.98	0.076	0.50	0.0069	0.0208	0.0066		0.28							
16	0.021	0.008	1.03	0.087	0.52	0.0078	0.0200	0.0078		0.23							
17	0.031	0.010	0.90	0.088	0.48	0.0067	0.0158	0.0054		0.03	0.0065						
例	18	0.052	0.004	0.89	0.078	0.45	0.0071	0.0181	0.0073		0.0100						
	19	0.053	0.011	0.95	0.086	0.49	0.0120	0.0190	0.0073		0.038						
	20	0.023	0.008	1.04	0.077	0.53	0.0135	0.0205	0.0079		0.0018						
	21	0.039	0.002	1.09	0.061	0.55	0.0128	0.0151	0.0062								
	22	0.051	0.008	1.05	0.076	0.54	0.0102	0.0208	0.0051								
	23	0.053	0.008	1.11	0.083	0.57	0.0077	0.0162	0.0078								
	24	0.029	0.010	0.98	0.088	0.50	0.0065	0.0184	0.0057								
	25	0.053	0.004	1.13	0.080	0.57	0.0169	0.0109	0.0066								
	26	0.051	0.011	1.04	0.077	0.53	0.0092	0.0160	0.0076								
	27	0.065	0.005	0.67	0.087	0.46	0.0152	0.0165	0.0050								
	28	0.064	0.010	0.75	0.082	0.52	0.0048	0.0161	0.0075								
	29	0.111	0.010	1.03	0.071	0.53	0.0053	0.0200	0.0056								
	30	0.055	0.014	1.12	0.080	0.57	0.0064	0.0162	0.0075								

【0044】

【表2】

区分	鋼種	鍛造時の 冷却速度 (°C/min)						仕上げ(最終) 圧延温度 (°C)	TEhレブリカ法 MnS密度(個/mm <sup>2</sup> )	BH値 析出率 (%)	VL1000 (m/min)	表面粗さ (μmRa <sub>z</sub> )	切削抵抗(N)	切り屑 處理性	(1)式 計算値
		Zr	Mg	T <sub>e</sub>	B <sub>i</sub>	Pb	Al								
1				0.002	100	1097		353565	20	145	6.7	65	390	O	0.65
2				0.004	72	1073		248998	15	149	5.4	73	342	O	0.31
3				0.004	64	1020		328542	29	142	7.0	86	353	O	0.19
4				0.003	55	1035		262595	25	148	4.1	64	383	O	0.13
5				0.003	47	1029		166778	16	149	8.9	87	385	O	1.05
6				0.002	34	1055		178854	29	133	8.4	72	352	O	1.57
7				0.002	37	1079		148887	12	142	7.4	71	332	O	1.25
B				0.001	92	1031		305248	28	140	7.9	67	339	O	0.43
9				0.004	66	1176		299171	18	131	5.2	64	331	O	0.54
10				0.004	14	1104		82353	22	136	5.9	90	350	O	1.11
11				0.005	37	1098		186895	16	141	8.8	80	368	O	0.43
12				0.002	28	1181		142954	28	140	4.6	83	342	O	0.59
13				0.002	82	1173		384851	27	144	4.5	72	381	O	0.03
14	免			0.005	88	1096		394447	20	132	4.4	62	336	O	0.14
15	明			0.003	97	1145		432218	18	141	5.0	67	367	O	0.27
16				0.003	67	1101		260532	26	139	4.4	72	350	O	0.88
17				0.001	39	1185		120677	22	143	6.7	62	342	O	0.04
18				0.003	77	1116		266822	12	137	4.2	78	335	O	0.67
19				0.002	87	1012		407007	21	135	5.8	69	377	O	0.60
20				0.002	86	1001		333280	11	148	6.1	73	346	O	0.98
21	0.0020			0.003	92	1153		366185	12	147	4.5	69	380	O	0.29
22	0.0038			0.002	54	1103		303090	23	138	5.3	69	367	O	0.06
23	0.0029	0.0026		0.006	82	1124		265444	24	147	4.3	62	379	O	1.07
24		0.0020		0.005	38	1129		243854	10	134	6.1	74	360	O	0.05
25				0.256	0.002	80	1018	365823	22	145	5.6	66	332	O	0.53
26				0.16	0.001	95	1199	309532	10	139	4.7	75	387	O	0.77
27				0.002	77	1131		255448	13	134	6.7	83	363	O	0.18
28				0.003	20	1173		146979	20	145	4.3	84	386	O	0.74
29				0.002	47	1089		260872	18	145	8.9	66	332	O	0.06
30				0.004	91	1133		281096	22	145	6.9	65	369	O	0.91

(表1のつづきの1)

【0045】

【表3】

(表1のつづきの2)

区分	化 学 成 分 (質 量 %)																		
	C	Si	Mn	P	S	Total-N	Total-O	B	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Cu	Su	Zn	Ti	Ca
31	0.116	0.003	1.37	0.073	0.55	0.0119	0.0208	0.0078											
32	0.077	0.004	1.39	0.070	0.56	0.0089	0.0168	0.0060											
33	0.071	0.007	1.32	0.084	0.46	0.0135	0.0154	0.0063											
34	0.102	0.013	1.36	0.088	0.48	0.0140	0.0177	0.0077											
35	0.054	0.003	1.59	0.073	0.56	0.0133	0.0163	0.0067											
36	0.056	0.007	1.57	0.075	0.55	0.0139	0.0183	0.0060											
発明	37	0.159	0.011	0.74	0.084	0.51	0.0115	0.0194	0.0054										
例	38	0.176	0.004	0.73	0.072	0.50	0.0147	0.0167	0.0059										
明	39	0.177	0.014	0.97	0.071	0.49	0.0053	0.0177	0.0075										
例	40	0.182	0.004	1.04	0.080	0.53	0.0105	0.0166	0.0053										
41	0.150	0.004	1.29	0.073	0.49	0.0124	0.0189	0.0056											
42	0.199	0.012	1.42	0.087	0.57	0.0120	0.0174	0.0075											
43	0.189	0.015	1.30	0.073	0.45	0.0104	0.0160	0.0076											
44	0.165	0.010	1.33	0.080	0.46	0.0148	0.0209	0.0067											
45	0.171	0.007	1.34	0.077	0.47	0.0177	0.0156	0.0078											
46	0.191	0.009	1.56	0.089	0.55	0.0112	0.0153	0.0065											
47	0.081	0.003	0.93	0.077	0.31	0.0099	0.0170												
48	0.072	0.010	0.75	0.076	0.24	0.0069	0.0184												
49	0.097	0.017	0.90	0.072	0.30	0.0095	0.0175												
50	0.067	0.006	0.92	0.077	0.30	0.0142	0.0168												
比較	51	0.069	0.011	0.84	0.088	0.28	0.0130	0.0177											
例	52	0.089	0.012	0.37	0.070	0.12	0.0103	0.0191											
53	0.092	0.019	0.31	0.079	0.11	0.0166	0.0174												
54	0.096	0.014	0.40	0.089	0.13	0.0173	0.0177												
55	0.064	0.035	0.94	0.070	0.01	0.0133	0.0158	0.0035											
56	0.079	0.036	0.50	0.071	0.17	0.0126	0.0178	0.0013											
57	0.090	0.012	0.34	0.081	0.12	0.0167	0.0183	0.0030											
58	0.089	0.015	0.98	0.073	0.32	0.0134	0.0205	0.0038											

【0046】

(表1のつづきの3)

【表4】

区分	化学成分 (質量%)						熱処時の 冷却速度 (°C/min)	仕上げ(最終) 圧延温度 (°C)	TEMレプリカ法 MnS密度 (個/mm <sup>2</sup> )	BN複合 析出率 (%)	VL1000 (m/min)	表面粗さ (μmRa)	切削抵抗 (N)	切り崩 れ理性 判定	(1)式 計算値
	Zr	Hg	T <sub>e</sub>	Bi	Pb	Al									
31				0.003	16	1057	86221	14	132	7.6	82	386	○	0.87	
32				0.002	45	1120	142738	15	147	7.9	79	338	○	0.27	
33				0.002	18	1017	61245	10	149	7.0	65	371	○	0.08	
34				0.004	78	1110	272514	28	133	7.8	70	349	○	0.84	
35				0.17	0.002	77	1168	262609	15	135	4.9	63	344	○	0.21
36				0.298	0.002	21	1106	81541	18	146	5.0	61	335	○	1.07
37				0.003	52	1100	194907	16	145	5.5	73	351	○	0.02	
38				0.002	59	1085	301851	15	132	6.9	80	378	○	0.08	
39				0.001	22	1191	125208	30	145	6.7	74	382	○	0.72	
40				0.003	74	1125	262081	11	135	5.0	75	358	○	0.04	
41				0.003	23	1036	108319	19	144	7.6	67	331	○	0.05	
42				0.002	50	1163	170214	17	133	8.7	87	379	○	0.94	
43				0.003	11	1171	50750	25	137	6.7	67	366	○	0.83	
44				0.004	69	1098	234200	10	138	7.0	83	388	○	0.38	
45				0.266	0.004	53	1095	289629	14	148	6.8	89	332	○	0.92
46				0.20	0.003	53	1089	186791	22	147	6.0	80	333	○	0.38
47				0.004	8	865	232	0	92	17.7	173	451	×	18.78	
48				0.004	7	820	194	0	95	19.4	169	512	×	5.67	
49				0.002	5	784	214	0	66	18.2	188	452	○	4.64	
50				0.001	2	831	53	0	83	15.5	201	466	○	4.54	
51				0.002	5	814	192	0	99	15.4	217	497	×	4.90	
52				0.001	8	763	227	0	73	18.7	210	454	×	9.04	
53				0.003	4	799	161	0	79	18.5	155	524	○	9.62	
54				0.004	3	821	141	0	66	19.9	189	464	○	8.80	
55				0.002	8	844	207	0	75	17.8	152	500	×	1.81	
56				0.001	2	774	57	0	93	16.9	209	481	×	6.45	
57				0.003	6	891	180	1	93	17.9	217	486	○	7.03	
58				0.004	6	827	154	1	83	15.3	199	523	○	1.60	

【0047】

【表5】

## 切削条件（ドリル）

切削条件	ドリル	その他
切削速度 10-200m/min	φ 5mm	穴深さ 15mm
送り 0.33mm/rev	NACHI通常ドリル	工具寿命 折損まで
不水溶性切削油	突き出し量45mm	

【0048】

【表6】

## プランジ切削条件

切削条件	工具	その他
切削速度 80m/min	SKH51相当	突き出し
送り 0.05mm/rev	すくい角 15°	評価タイミング 200サイクル
不水溶性切削油	逃げ角 6°	

【0049】

## 【発明の効果】

以上説明したように、鋼中SおよびB量と、MnSを主成分としBNが複合析出した硫化物のサイズと分布を厳密に判別することにより、特に切削時の工具寿命と切削表面粗さ、および切り屑処理性の良好な被削性に優れる鋼を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明による鋼のS量とB量との最適範囲を示す図である。

## 【図2】

本発明によるMnSのTEMレプリカ写真である。

## 【図3】

比較鋼のMnSのTEMレプリカ写真である。

## 【図4】

本発明によるMnSを主成分としBNを複合析出した硫化物の形態を示すTEMレプリカ写真である。

【図5】

BNのEDX分析結果を示す図である。

【図6】

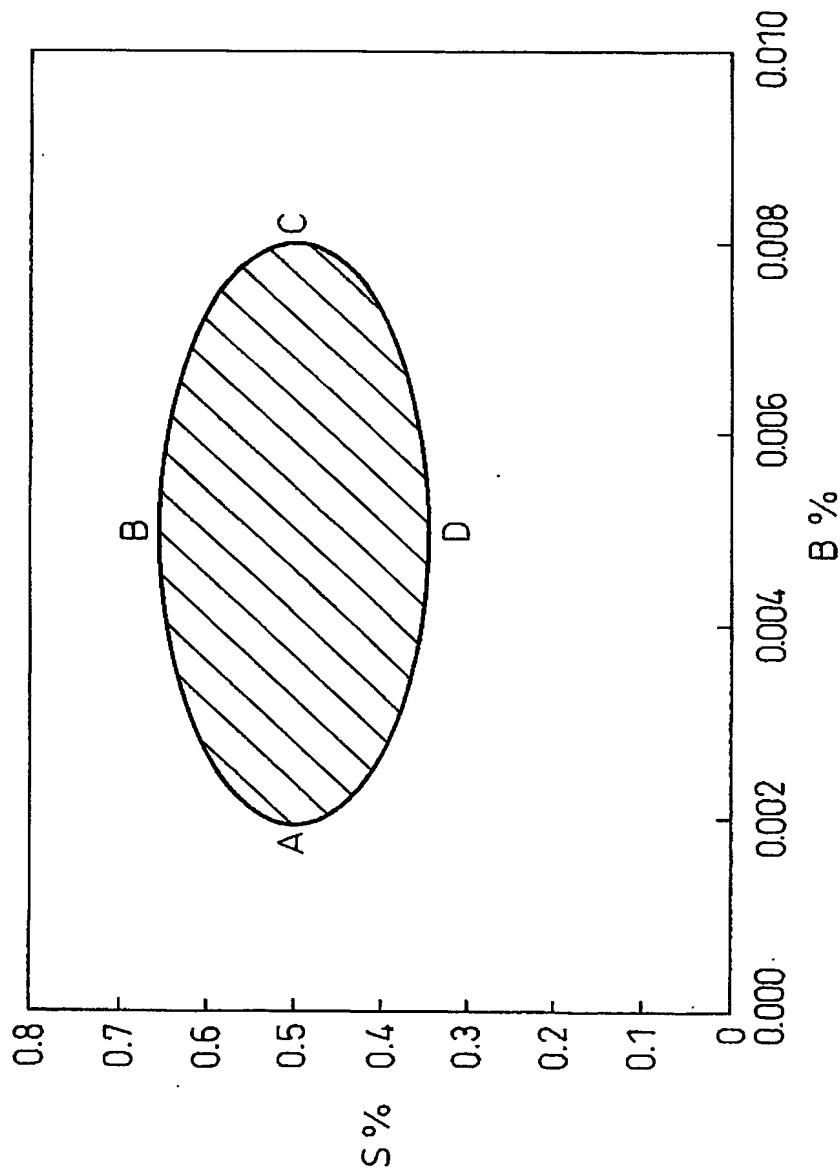
プランジ切削方法を示す図である。

【書類名】

図面

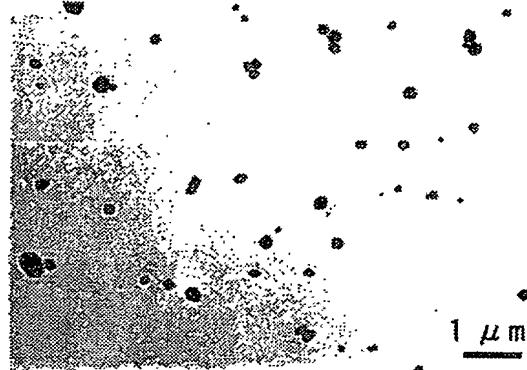
【図1】

図 1



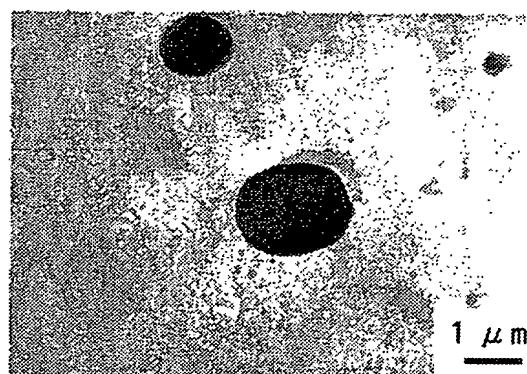
【図2】

図2 発明例のMnSのTEMレプリカ写真



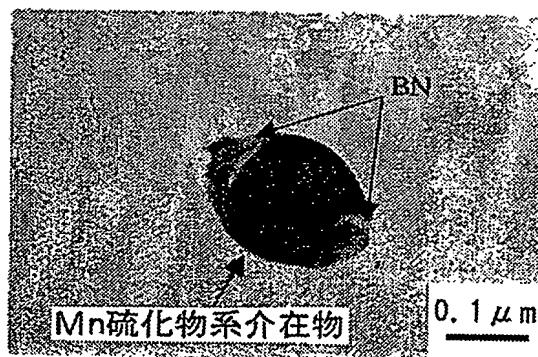
【図3】

図3 比較例のMnSのTEMレプリカ写真



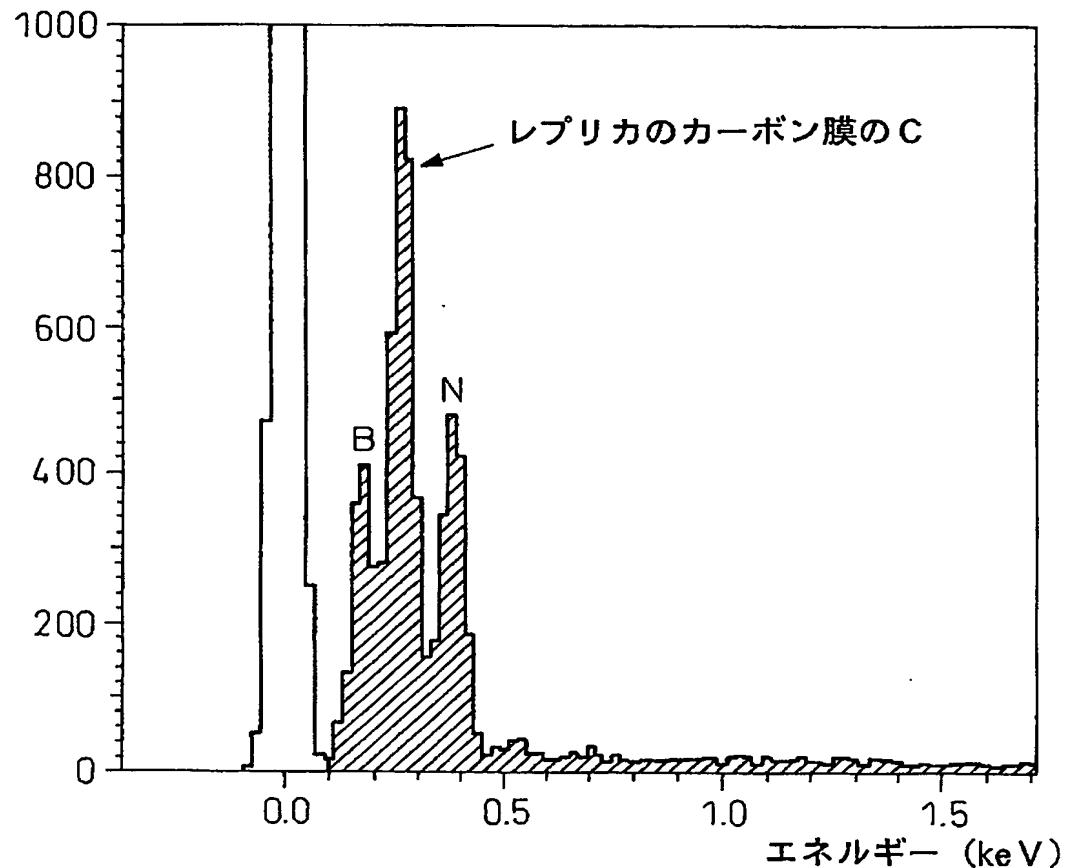
【図4】

図4 MnSを主成分とする硫化物とBNの複合析出物の例



【図5】

図5 BNのEDX分析結果



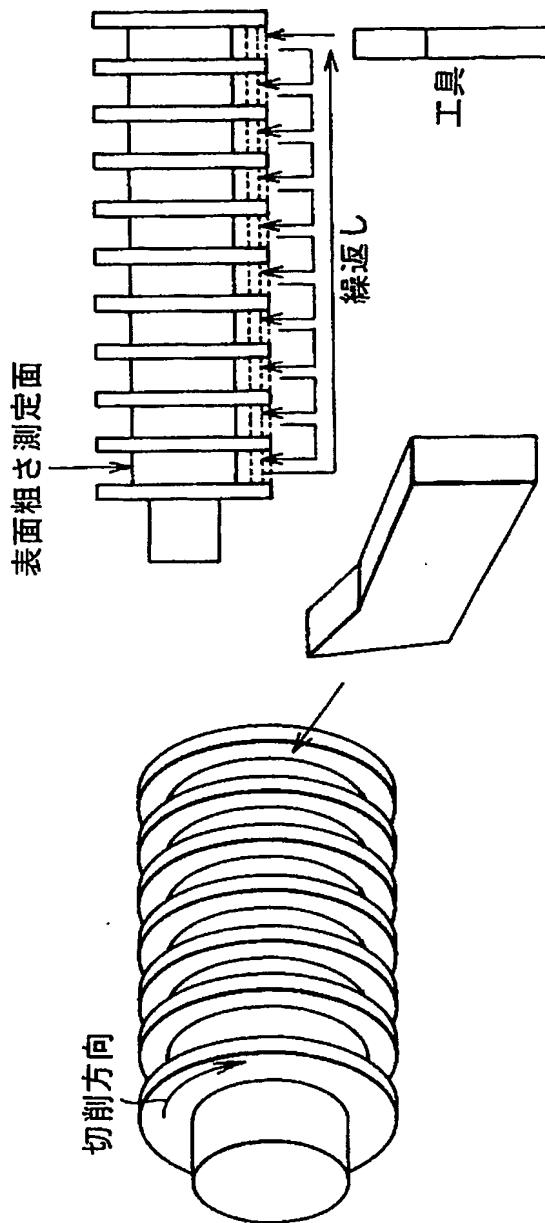
【図6】

図 6

## プランジ切削方法

## プランジ切削試験イメージ

## 工具のうごき



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 切削時の工具寿命と切削表面粗さ、および切り屑処理性に優れた、自動車、一般機械などに使用される被削性に優れた鋼とその製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C:0.005~0.2%、Mn:0.3~3.0%、S:0.35~0.65%、B:0.002~0.008%を含み、抽出レプリカ法にて採取して透過型電子顕微鏡で観察するMnSに関し、鋼材の圧延方向と平行な断面において円相当径にて0.1~0.5μmのものの存在密度が10,000個/mm<sup>2</sup>以上であり、かつこのMnSのうち、数において10%以上の硫化物に窒化ホウ素(BN)が複合析出していることを特徴とする被削性に優れた鋼とその製造方法。

【選択図】 図4

特願 2002-332695

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
氏 名 新日本製鐵株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**